

## PERENCANAAN STRUKTUR STADION MENGGUNAKAN INTEGRASI TEKLA STRUCTURE DAN SAP2000

Arif Nofiyanto<sup>1</sup>, Made Sukrawa<sup>2</sup>, dan Agung Adnyana Putera<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana  
e-mail: arifnofiyanto@gmail.com

**Abstrak** : Sebuah stadion dengan struktur beton bertulang dan baja telah didisain menggunakan integrasi Tekla Structure dan SAP2000. Tekla Structure adalah sebuah software Building Information Modelling (BIM) yang berfungsi untuk membuat model dan menyimpan seluruh informasi sebuah struktur bangunan. Model awal dibuat pada Tekla Structure dan tahap analisa dan disain dilakukan pada SAP2000. Hasil disain SAP2000 akan dibaca sebagai input pada tahap pendetailan pada Tekla Structure. Pendetailan dapat dilakukan berdasarkan perhitungan manual maupun fitur otomatisasi pada Tekla Structure. Keluaran yang dihasilkan Tekla Structure berupa gambar-gambar umum, gambar detail, gambar sambungan dan laporan-laporan yang akan berguna dalam pelaksanaan konstruksi sebuah stadion.

**Kata kunci**: Struktur Stadion, Tekla Structure, BIM, SAP2000

### A STADIUM STRUCTURAL DESIGN USING A COMBINATION OF TEKLA STRUCTURE AND SAP2000

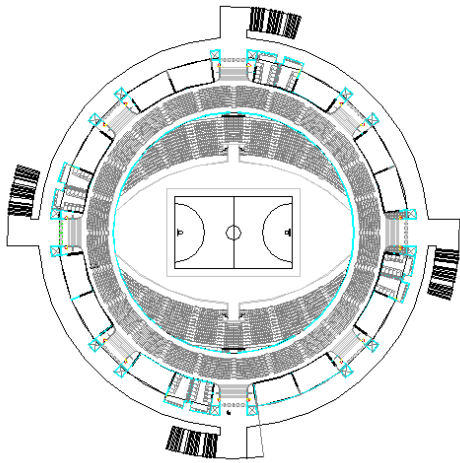
**Abstract**: A stadium constructed with reinforced concrete and steel structure has been designed using a combination of Tekla Structure and SAP2000. Tekla Structure is a Building Information Modeling (BIM) software which serves to make the model and store the entire information of a building structure. Early models in Tekla Structure and analysis and design phase are conducted in SAP2000. These SAP2000 design results will be read as an input to the detailing stage at Tekla Structure. Detailing can be done by either manual calculation or automation features in Tekla Structure. Tekla Structure outputs were produced in the form of general, detail and connection drawings and reports that will be useful during stadium construction implementation.

**Keywords**: Stadium structure, Tekla structure, BIM, SAP2000

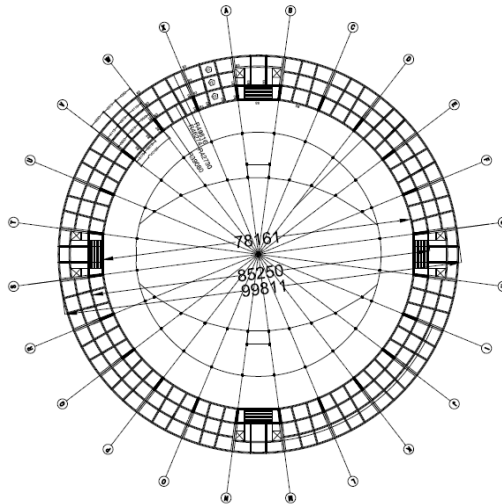
## PENDAHULUAN

Struktur sebuah stadion dengan kombinasi penggunaan material baja dan beton merupakan struktur yang kompleks dan memerlukan banyak detail sambungan, penulangan dan informasi-informasi detail lain terkait dengan pelaksanaan konstruksi. Untuk mengatasi kerumitan dalam hal pendetailan dan disain dibutuhkan piranti lunak yang mampu mengakomodasi keperluan tersebut yakni *Tekla Structure* dan *SAP2000*.

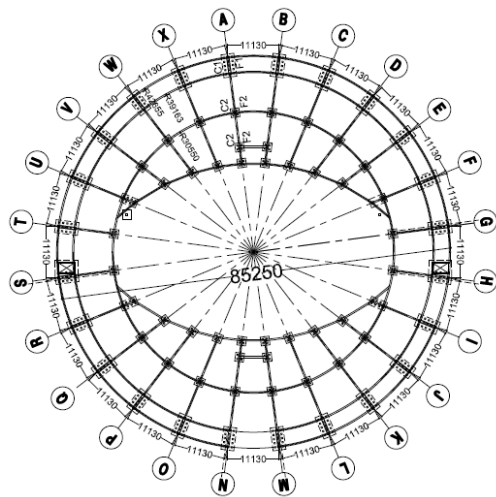
Tekla Structure adalah sebuah program *Building Information Modelling* (BIM) yang berfungsi untuk membuat model dan menyimpan seluruh informasi sebuah struktur bangunan. Melalui Tekla Structure, sebuah struktur bangunan dapat dimodel tiga dimensi secara detail dan untuk melakukan analisis struktur dapat diintegrasikan dengan program disain analisis struktur seperti SAP2000. Keluaran yang dihasilkan Tekla Structure berupa gambar-gambar detail pelaksanaan, detail sambungan lengkap beserta daftar material dan volume.



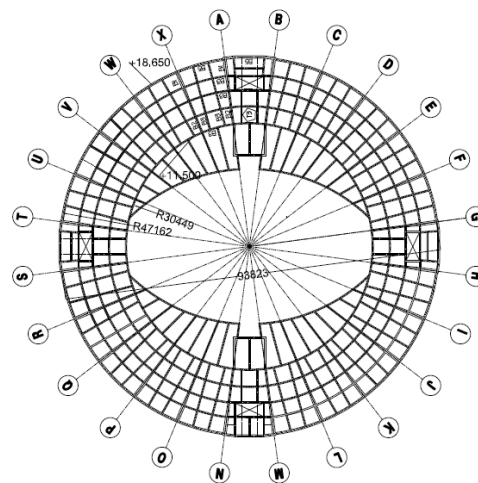
**Gambar 1** Denah arsitektural stadion



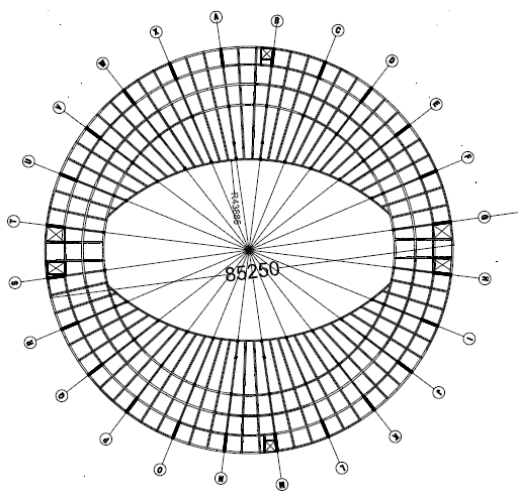
**Gambar 4** Denah balok Lantai 2



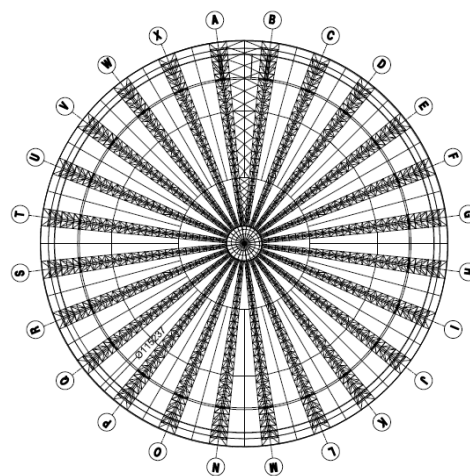
**Gambar 2** Denah pondasi stadion



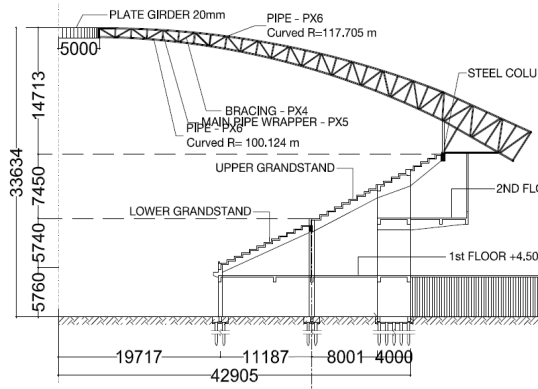
**Gambar 5** Denah balok Panggung Penonton



**Gambar 3** Denah balok Lantai 1



**Gambar 6** Denah struktur atap stadion



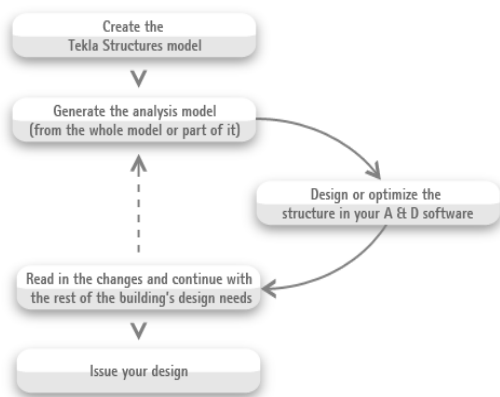
**Gambar 7.** Potongan melintang struktur stadion

**LANDASAN TEORI**

**Tekla Structure**

Tekla Structure adalah aplikasi *Building Information Modelling (BIM)* yang dikembangkan oleh *Tekla Corporation* untuk keperluan pemodelan dan pendetailan struktur. Salah satu penekanan utamanya pada kolaborasi antar disiplin ilmu yang bertujuan mempersingkat proses *delivery* desain, pendetailan, proses manufaktur atau fabrikasi dan manajemen konstruksi (*aebytes.com*).

Alur kerja menggunakan Tekla Structure dapat dilihat pada gambar 8 dibawah.



**Gambar 8** Alur kerja penggunaan Tekla Structure

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa alur kerja dalam Tekla Structure dimulai dari

pembuatan sebuah model, lalu menggenerasi model untuk analisis struktur untuk diekspor baik secara keseluruhan maupun sebagian ke software analisis dan disain lalu dilanjutkan dengan pembacaan hasil disain untuk pendetailan sebelum pada akhirnya Tekla Structure mengeluarkan produk akhir.

**Building Information Modelling (BIM)**

Building Information Modelling adalah proses dalam membangun dan mengelola data bangunan selama siklus pembangunannya. Biasanya menggunakan tiga dimensi, *real-time*, dan perangkat lunak pemodelan bangunan yang dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan (*Wikipedia*).

Definisi lainnya adalah proses yang menghasilkan Informasi Model Bangunan (juga disingkat BIM), yang meliputi geometri bangunan, hubungan spasial, informasi geografis, serta kuantitas dan properties dari komponen bangunan (*Wikipedia*).

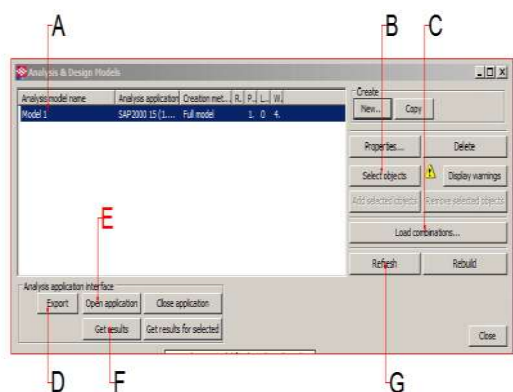
**SAP2000**

SAP2000 merupakan salah satu program paket analisis dan desain struktur yang berdasar metode elemen hingga. Program SAP2000 menyediakan fitur dan modul terintegrasi yang lengkap untuk desain struktur baja dan beton bertulang.

Pengguna diberi kemudahan untuk membuat, menganalisis, dan memodifikasi model struktur yang direncanakan dengan memakai *user interface* yang sama (*Dewobroto, 2007*).

**Integrasi Tekla Structure dan SAP2000**

Pengintegrasian Tekla Structure dengan SAP2000 dimulai dengan menggenerasi sebuah model analisis struktur pada Tekla Structure yang dapat dilihat pada gambar 10 dibawah.



**Gambar 10** Panel Integrasi Tekla Structure dan SAP2000

Detail dan tahap pengintegrasian antara Tekla Structure dengan SAP2000 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Nama model yang akan dianalisa
- Pemilihan obyek model yang akan di ekspor ke SAP2000
- Pengaturan kombinasi beban
- Ekspor sebagai sebuah model SAP2000
- Membuka Aplikasi SAP2000 dan dalam SAP2000 proses analisa dan desain dilakukan. Pada tahap ini preferensi desain seperti acuan code dapat ditambah dan diatur ulang. Apabila dalam proses desain ditemukan element struktur yang gagal, perubahan dapat segera dilakukan dalam SAP2000 tanpa perlu mengulang tahapan dari awal.
- Get Result, untuk mengambil kembali informasi struktur yang telah didesain pada SAP2000. Jika pada tahap analisis dan desain ditemukan adanya pergantian elemen, Tekla Structure akan menampilkan jendela dialog tentang adanya perubahan ini. Pada tahap desain yang tidak bisa dilaksanakan sekali jadi, proses desain tetap bisa dilaksanakan langsung pada berkas SAP2000 dan dapat digunakan fitur refresh untuk mengambil kembali hasil desain SAP2000.

Selama proses integrasi, masing-masing program tidak harus dioperasikan secara bersama-sama secara terus menerus.

## Metode Perencanaan

Langkah-langkah perencanaan struktur stadion menggunakan Tekla Structure dan Sap2000 adalah sebagai berikut :

- Menentukan dimensi awal elemen-elemen baja untuk struktur atap.
- Menentukan dimensi awal elemen-elemen beton untuk struktur portal.
- Menentukan beban-beban yang bekerja pada struktur stadion, yaitu: beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa.
- Memodelkan structure stadion pada Tekla Structure secara 3 dimensi dalam satu pias sederhana.
- Melakukan replikasi untuk memperoleh bentuk yang utuh sesuai disain.
- Pada Tekla Structure dilakukan generasi model untuk diekspor ke SAP2000. Antara Tekla Structure dan Sap2000 dihubungkan melalui sebuah sistem yang terintegrasi.
- Sebelum proses disain dilakukan pada SAP2000, model hasil generasi Tekla Structure diperiksa kembali kesesuaiannya, diperbaiki bagian-bagian yang tidak akurat, dilengkapi dengan element-element yang diperlukan serta dikerjakan pembebanan sesuai beban rencana, termasuk di dalamnya beban gempa.
- Apabila dalam hasil analisis pada SAP2000 terdapat kegagalan struktur, langsung pada program ini juga dapat dilakukan modifikasi elemen-elemen yang mengalami kegagalan tersebut. Kontrol terhadap elemen struktur pada tahap ini adalah dengan melihat stres rasio pada elemen baja dan tegangan (overstress atau tidak) yang bekerja pada elemen beton serta rasio penulangannya apakah berada pada rentang antara rasio penulangan minimum dan rasio penulangan maksimum.
- Modifikasi terhadap elemen struktur yang gagal pada SAP2000 dapat berupa perubahan dimensi atau profile dan atau penambahan elemen struktur yang diperlukan.

- Hasil desain yang telah dilakukan pada SAP2000 dibaca dan dilakukan tabulasi hasil disain seperti luas tulangan dan stress-rasio.
- Informasi-informasi yang diambil kembali kedalam Tekla Structure adalah profil atau dimensi-dimensi yang telah lolos desain beserta hasil modifikasi dan gaya-gaya dalam yang bekerja.
- Proses selanjutnya adalah pendetailan sambungan dan input penulangan dalam Tekla structure berdasarkan disain SAP2000. Pada Tekla Structure terdapat makro berbagai model sambungan seperti las, baut, end plate dan base plate. Demikian juga dengan detail penulangan untuk struktur beton.
- Jika menggunakan fasilitas makro dalam pendetailan, secara otomatis sebuah instance akan tercipta yang merupakan mekanisme kontrol internal Tekla Structure. Ketika sebuah detail sambungan dibuat dan secara struktural gagal, instance tersebut akan menunjukkan warna merah. Jika telah memadai namun perlu penambahan atau kurang akurat, instance tersebut akan berwarna kuning dan jika OK, akan berwarna hijau.
- Setelah pendetailan selesai, dilanjutkan dengan ekstraksi informasi-informasi yang diperlukan kedalam bentuk gambar atau table-tabel informasi sesuai kebutuhan antara lain bill of material dan gambar kerja.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

Dari generasi model yang dilakukan di Tekla Structure, diperoleh sebuah model struktur yang dapat dianalisa dan didisain pada SAP2000. Model struktur tersebut dilengkapi dengan beban-beban kerja sesuai yang direncanakan.

Hasil analisis dan disain yang dilakukan pada SAP2000 berupa luas tulangan dan stress rasio ditabulasi dalam sebuah tabel, lalu berdasarkan hasil disain terse-

but dilakukan pendetailan pada Tekla Structure.

**Tabel 1.** Tabel Penulangan, Balok B3 350/750

Tulangan Memanjang B3, 350/750									
Rangka	Dimensi (b/h)		Penulangan	ast SAP (mm2)	Perhitungan Penulangan				Tul. Dipakai
	B (mm)	H (mm)			No	DIM (mm)	AS	Tul. Terpasang	
	350	750	Atas	722	6	19	283.5	1701.172422	6 D 19
	Tumpuan		Bawah	485	3	19	283.5	850.586211	3 D 19
	350	750	Atas	291	3	19	283.5	850.586211	3 D 19
	Lapangan		Bawah	385	6	19	283.5	1701.172422	6 D 19

**Tabel 2.** Rekapitulasi Profil, Gaya Aksial dan Stress Rasio

No	Element	Profile	Dimensi (mm)		Gaya Aksial (Ton)	Stress Rasio
			Diameter	Tebal		
1	Kolom	PX10	273.05	12.7	-57.2	0.855
2	Kolom	PX8	219.075	12.7	-15.45	0.606
3	Pipa Rangka	PX6	168.275	10.973	97.66	0.632
4	Pipa Rangka	Px5	141.3	9.525	-49.22	0.884
5	Pipa Bracing	Px4	114.3	8.556	33.2	0.1

**Pembahasan**

Informasi yang kembali diimpor dalam model tekla berupa gaya-gaya dalam serta informasi desain dapat ditampilkan melalui proses inquiri obyek. Gaya-gaya dalam yang diimport dari SAP2000 pada Tekla Structure berfungsi sebagai kontrol gaya terhadap desain atau pendetailan yang dipilih.

**Output Tekla Structure**

Beberapa output Tekla Structure antara lain:

- **General Arrangement Drawing (GA)**, merupakan gambar yang berisikan informasi seperti denah lokasi pembalokan, kolom, pelat, dan potongan.
- **Cast Unit Drawing (C)** merupakan gambar produksi. Cast unit drawing menampilkan informasi suatu komponen misalnya balok, kolom, pelat atau pondasi telapak beserta penulangannya. Pada gambar ini bisa ditambahkan informasi gambar detail, tampak dan potongan komponen serta tabel yang berisikan informasi volume beton dan tulangan, panjang dan bentuk tulangan
- **Assembly Drawing**  
Assembly drawing merupakan gambar detail, terutama untuk komponen baja.

Gambar ini berupa layout, tampak dan potongan disertai total volume yang ada dalam model.

- **Single Part Drawing**  
Single part drawing merupakan sebuah gambar elemen-elemen struktur tunggal yang dipergunakan untuk fabrikasi element-element tersebut.
- **Report**  
Fasilitas report dalam Tekla Structure berfungsi untuk menampilkan laporan informasi yang berhubungan dengan sebuah model. Secara otomatis Tekla Structure akan men-generate keluaran informasi yang diinginkan.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

- Tekla Structure dan SAP2000 dapat diintegrasikan dengan baik. Walau demikian model hasil generasi dari Tekla Structure masih terdapat kekeliruan yang harus diperbaiki pada tahap analisis dan disain pada SAP2000. Kekeliruan tersebut terjadi pada elemen-elemen struktur yang merupakan hasil replikasi dengan titik-titik koordinat yang rumit.
- Pendetailan pada Tekla Structure dapat mudah dilakukan apabila detail yang dibutuhkan terdapat dalam fasilitas component library. Jika tidak ada, harus dilakukan secara manual yang dalam pengerjaannya dibutuhkan pemahaman yang mendalam disamping waktu yang cukup lama. Namun terdapat pilihan untuk menjadikan detail yang dibuat manual tersebut menjadi satu komponen yang dapat dimasukkan kedalam library untuk dipergunakan secara berulang. Dengan demikian untuk satu struktur yang massif, hal tersebut bisa sangat efektif.
- Keluaran gambar dan informasi yang dihasilkan Tekla cukup baik. Gambar-gambar dapat dibuat secara cepat dan akurat, sementara informasi-informasi yang dicantumkan dalam report akan memudahkan dalam perhitungan vo-

lume maupun pengadaan material yang dibutuhkan.

### Saran

- Tekla memiliki banyak fitur yang belum tereksplorasi dalam tulisan ini. Karenanya pendalaman-pendalaman atas fitur-fitur tersebut masih sangat diperlukan dalam usaha memaksimalkan keunggulan Tekla Structure.
- Untuk pendalaman-pendalaman atas fitur-fitur Tekla dan untuk mendapat hasil maksimal dalam mempelajari Tekla, lebih mudah dimulai dengan struktur yang sederhana.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Made Sukrawa, MSCE, Ph.d dan Bapak DR. Ir. IGA Adnyana Putera, DEA sebagai dosen pembimbing.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 2010. *Tekla Structure, Steel Modeling – Training Manual*. Tekla Corporation.
- Anonimus. 2007. *Tekla Structure – SAP2000 Integration notes*. Tekla Corporation.
- BIM Around the world. Collaboration in AEC and the AIA 2012 Convention, <http://aecbytes.com/> diakses 5 juni 2012
- Building Information Modeling. [http://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling) diakses 5 juni 2012
- Dewobroto, Wiryanto. 2007. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP 2000 Edisi Baru*. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Tekla Structure 16. <http://aecbytes.com/review/2010/TeklaStructures16.html> diakses pada 5 juni 2012